

Attorney Docket No. 01775/LH

**IN THE UNITED STATES PATENT
AND TRADEMARK OFFICE**

Applicant(s): Shiro KANO

Serial No. : 09/997,065

Filed : November 29, 2001

For : APPARATUS AND METHOD FOR
NON-CONTACT TEMPERATURE
MEASUREMENT

Art Unit :
Examiner :

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT(S)

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

S I R :

Enclosed are:

Certified copy(ies); priority is claimed under 35 USC

119:

| <u>Country</u> | <u>Application No.</u> | <u>Filing Date:</u> |
|----------------|------------------------|---------------------|
| JAPAN | 2000-367070 | December 1, 2000 |

Respectfully submitted,

Leonard Holtz, Esq.
Reg. No. 22,974

April 16, 2002

Frishauf, Holtz, Goodman, Langer & Chick, P.C.
767 Third Avenue - 25th Floor
New York, New York 10017-2023
Tel. No. (212) 319-4900
Fax No. (212) 319-5101
LH:sp

#4
Priority Document
B. Smith-Logan
3-503
CERTIFICATE OF MAILING

I hereby certify this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as First Class mail with sufficient postage in an envelope addressed to: Box Missing Parts, Commissioner for Patents, Washington, D.C. 20231 on the date noted below

Attorney: Leonard Holtz

Dated: April 16, 2002

In the event that this Paper is late filed, and the necessary petition for extension of time is not filed concurrently herewith, please consider this as a Petition for the requisite extension of time, and to the extent not tendered by check attached hereto, authorization to charge the extension fee, or any other fee required in connection with this Paper, to Account No. 06-1378.

COPY OF PAPERS
ORIGINALLY FILED

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

09/997065



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2000年12月 1日

出願番号

Application Number:

特願2000-367070

出願人

Applicant(s):

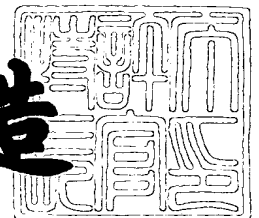
株式会社山武

COPY OF PAPERS
ORIGINALLY FILED

2001年11月26日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3102330

【書類名】 特許願

【整理番号】 20000325

【提出日】 平成12年12月 1日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G06K 17/00
H01L 21/00

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都渋谷区渋谷 2 丁目 1 2 番 1 9 号 株式会社山武内

 【氏名】 加納 史朗

【特許出願人】

 【識別番号】 000006666

 【氏名又は名称】 株式会社山武

【代理人】

 【識別番号】 100106378

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 宮川 宏一

 【電話番号】 03-3459-7521

【選任した代理人】

 【識別番号】 100090022

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 長門 侃二

 【電話番号】 03-3459-7521

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 052489

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

特2000-367070

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 非接触温度測定装置および非接触温度測定方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 所定の電子回路を集積形成すると共にその表面にコイルを実装してなり、測定対象物に装着して用いられる複数の球状半導体と、

これらの球状半導体と非接触に設けられて前記各球状半導体における上記電子回路が作動するに必要な電力を給電すると共に前記電子回路から出力される情報を収集するデータ収集器とからなり、

前記各球状半導体における電子回路は、予め設定された該球状半導体に固有の識別情報を記憶するメモリと、

前記コイルを介して外部から給電される電磁エネルギーから該電子回路の作動に必要な内部電源を生成する電源部と、

前記測定対象物の温度に感応する感温素子部を備えたセンシング回路と、

前記データ収集器により前記メモリに記憶された識別情報が指定されたとき、上記センシング回路の出力を前記コイルを介して外部に送信する送信部とをそれぞれ具備し、

前記データ収集器は、前記複数の球状半導体のコイルに所定の電磁エネルギーを供給するエネルギー源と、

前記各球状半導体に識別情報を送信して球状半導体を選択的に指定する送信部と、

前記コイルから送信された情報を検出する受信部とを具備したことを特徴とする非接触温度測定装置。

【請求項 2】 前記コイルは、前記球状半導体の前記感温素子部を形成した部位とは反対側の対称半球面上に実装されてなる請求項 1 に記載の非接触温度測定装置。

【請求項 3】 前記測定対象物は、半導体ウェハからなり、

前記複数の球状半導体は、前記感温素子部の集積部を上記半導体ウェハの表面にそれぞれ埋め込んで該半導体ウェハ上に装着されることを特徴とする請求項 1 に記載の非接触温度測定装置。

【請求項4】 前記メモリは、個々の球状半導体に固有なID番号が書き込まれる不揮発性メモリからなる請求項1に記載の非接触温度測定装置。

【請求項5】 前記請求項1～4に記載の球状半導体を複数個用い、これらの球状半導体を、測定対象物に略均一に分散して配置して装着し、前記データ収集器において前記各球状半導体に一括して電磁エネルギーを供給すると共に、前記各球状半導体の出力をそれぞれ非接触に収集して前記測定対象物の温度分布を求めることを特徴とする非接触温度測定方法。

【請求項6】 前記測定対象物は、半導体ウェハからなり、前記複数の球状半導体は、上記半導体ウェハの中心位置、およびこの中心位置を中心とする円周を等分割する位置にそれぞれ配設されて、前記半導体ウェハの温度をそれぞれ検出してなる請求項5に記載の非接触温度測定方法。

【請求項7】 前記データ収集器は、複数の球状半導体からそれぞれ求められる検出温度データと、前記各球状半導体に固有の識別情報とから、前記半導体ウェハにおける温度計測部位を特定してその温度分布を求めるものである請求項5に記載の非接触温度測定方法。

【請求項8】 請求項5に記載の非接触温度測定方法において、

複数の球状半導体を前記測定対象物に装着した後、該測定対象物を所定の温度環境において前記各球状半導体をそれぞれ作動させた際の各球状半導体の出力に従って該球状半導体の温度計測特性をそれぞれ補正する手段を備えることを特徴とする非接触温度測定方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体ウェハ等の測定対象物の温度やその温度分布を、該測定対象物から離れた部位にて簡易にして効率的に計測することのできる非接触温度測定装置および温度測定方法に関する。

【0002】

【関連する背景技術】

従来より種々の分野において、測定対象物の表面温度を精密に測定したいと言

う要求が数多くある。例えば半導体製造の分野においては、半導体ウェハ上に種々の半導体層を成膜したり、エッチング処理等を実行する半導体製造装置の性能を維持してその製造歩留りを高める上で、該半導体製造装置にセットされた半導体ウェハの温度を正確に管理することが重要である。

【0003】

このような半導体ウェハの温度を測定する装置としては、例えば特開2000-241257号公報に開示されるような熱電対（温度センサ）を用いた接触式のものがある。また特開平6-341905号公報に開示されるような放射センサを用いたものや、特開平11-248539号公報に示されるような赤外光の透過率を利用して温度を測定する非接触式の温度測定装置等がある。

【0004】

ちなみに上記接触式の温度測定装置においては、半導体ウェハ上に複数の熱電対（温度センサ）を配設形成すると共に、前記半導体ウェハ上に密着形成した導電ラインから、該導電ラインにコネクタを用いて接続される延長ケーブルを介して前記各熱電対の出力をそれぞれ外部に取り出し、その温度計測を行うものとなっている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら上述した接触式の温度測定装置においては、熱電対に応じた数の信号線を引き回す必要があり、相当大掛かりな構成となることが否めない。しかも信号線に重畳する外来ノイズに対する対策も必要となり、高精度な温度計測を行うことが困難である。また半導体製造装置内において、測定対象である半導体ウェハを回転させながらその温度測定したいような場合、信号ケーブルが邪魔になる等の不具合もある。

【0006】

これに対して前述した非接触式の温度測定装置においては信号ケーブルに起因する問題はないが、温度に依存して変化する半導体ウェハ（測定対象物）の熱放射率や光の透過率を利用してその表面温度を推測するので、半導体ウェハ（測定対象物）の個体差を如何にして補正するかが問題となる。更にはその周囲の熱源

や外乱光の影響を受け易いので、測定対象部位の温度だけを高精度に計測するための種々の工夫が必要となる。

【 0 0 0 7 】

尚、前述した熱電対（温度センサ）の出力を、トランスミッタ（送信機）を用いて無線送信することで前述した信号ケーブルを省略することも考えられるが、半導体ウェハ上に如何にしてトランスミッタを設けるか、またその駆動源としてのバッテリーを如何にして半導体ウェハ上に装着するか等の点で問題がある。更にはバッテリーの発熱やその寿命等についても課題が残される。

【 0 0 0 8 】

本発明はこのような事情を考慮してなされたもので、その目的は、半導体ウェハ等の測定対象物の温度やその温度分布を簡易に、しかも高精度に計測することのできる簡易な構成の非接触温度測定装置および非接触温度測定方法を提供することにある。

【 0 0 0 9 】

【課題を解決するための手段】

上述した目的を達成するべく本発明に係る非接触温度測定装置は、所定の電子回路を集積形成すると共にその表面にコイルを実装した複数の球状半導体を測定対象物に装着して用いると共に、これらの球状半導体と非接触に設けられたデータ収集器から前記各球状半導体の上記電子回路が作動するに必要な電力を給電して前記電子回路を作動させ、該電子回路から出力される情報を収集するようにしたものであって、

前記各球状半導体にそれぞれ集積形成する電子回路として、

- ① 個々の球状半導体に固有の識別情報を記憶するメモリと、
- ② 前記コイルを介して外部から給電される電磁エネルギーから該電子回路の作動に必要な内部電源を生成する電源部、
- ③ 球状半導体が装着された測定対象物の温度に感応する感温素子部を備えたセンシング回路、
- ④ 前記データ収集器により前記メモリに記憶された識別情報が指定されたとき、例えば前記コイルを介して受電される電磁エネルギーを変調する等して上記セン

シング回路の出力（検出温度情報）を前記コイルを介して送信する送信部を設け、一方、前記データ収集器には、

- ⑤ 前記球状半導体のコイルに所定の電磁エネルギーを給電するエネルギーと、
- ⑥ 例えば上記電磁エネルギーを変調して前記各球状半導体に識別情報を送信して球状半導体を選択的に指定する送信部と
- ⑦ 前記コイルから送信された情報を検出する受信部とを設けたことを特徴としている。

【0010】

好ましくは請求項2に記載するように前記コイルは、前記球状半導体の前記感温素子部を形成した部位とは反対側の対称半球面上に実装することを特徴としている。つまり球状半導体における前記コイルの実装部位と、前記感温素子部の集積部位とが、該球状半導体において互いに反対側の半球面となるように設けることを特徴としている。

【0011】

また請求項3に記載するように前記測定対象物は、例えば半導体ウェハからなる。そして前記球状半導体における前記感温素子部の集積部を上記半導体ウェハの表面にそれぞれ埋め込むことで、その感温素子部を半導体ウェハの表面に直接接触させて該球状半導体を半導体ウェハ上に装着することを特徴とする。この場合、球状半導体の実装されたコイルは、半導体ウェハから離れた部位に位置付けられることになる。

【0012】

また本発明の好ましい態様は、請求項4に記載するように前記メモリを、個々の球状半導体に固有なID番号が書き込まれる不揮発性メモリとして実現する。そしてこの不揮発性メモリに記憶された上記ID番号を前記データ収集器から指定することで、前記データ収集器においてデータ収集する球状半導体を選択的に特定するようにする。

【0013】

また本発明に係る非接触温度測定方法は、上述した如く構成された球状半導体を複数個用いるものであって、これらの球状半導体を測定対象物上に略均一に分

散して配置し、前記データ収集器においては前記各球状半導体に一括して電磁エネルギーを供給すると共に、前記各球状半導体の出力をそれぞれ非接触に収集して前記測定対象物の温度や温度分布を求めることを特徴としている。

【0014】

ちなみに請求項6に記載するように前記測定対象物は、例えば半導体ウェハかなる。そして前記複数の球状半導体を、上記半導体ウェハの中心位置、およびこの中心位置を中心とする円周を等分割する位置にそれぞれ配設して、前記半導体ウェハにおける各部の表面温度をそれぞれ個別に検出するようにする。

また請求項7に記載するように前記データ収集器においては、複数の球状半導体からそれぞれ送信される検出温度データと、前記各球状半導体に固有の識別情報（ID番号）とから、前記半導体ウェハ上における球状半導体の装着位置、ひいては半導体ウェハにおける温度計測部位を特定してその温度分布を求めることを特徴とする。

【0015】

更には請求項8に記載するように複数の球状半導体を前記測定対象物に装着した後、該測定対象物を所定の温度環境において前記各球状半導体をそれぞれ作動させた際の各球状半導体の出力に従って該球状半導体の温度計測特性をそれぞれ補正する手段を備えることを特徴としている。

【0016】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本は発明の一実施形態に係る非接触温度検出装置と非接触温度検出方法について説明する。

図1はこの実施形態に係る非接触温度検出装置の概略構成図である。この非接触温度検出装置は、概略的には温度測定の対象物である、例えば半導体ウェハ1上に実装される球状半導体10と、この球状半導体10に電磁エネルギーを供給すると共に、後述するように球状半導体10にて検出された前記半導体ウェハ1の温度を示す情報を該球状半導体10から非接触に収集するデータ収集器20を備えて構成される。

【0017】

上記データ収集器 20 は、球状半導体 10 に対し電磁エネルギーを供給するエネルギー源 21 を備え、アンテナ 22 を駆動することで前記球状半導体 10 が位置付けられる空間に電磁エネルギーを放射して誘導電磁界を生起する機能を備える。この誘導電磁界を生起する電磁エネルギーは、例えば数百 kHz 乃至数十 MHz の周波数のものからなる。そしてこの誘導電磁界によって前記球状半導体 10 が備えるコイル 11 に交番電力を誘起し、該球状半導体 10 に電磁エネルギーを給電する役割を担っている。

【0018】

またこのデータ収集器 20 は、前記球状半導体 10 に対して所定の処理コマンドや球状半導体 10 を指定する ID 番号を送信する送信部 23、および前記球状半導体 10 から送信される情報を検出する受信部 24 を備える。これらの送信部 23 および受信部 24 は、球状半導体 10 を選択的に指定するデータ収集管理部 25 の下でその作動が制御される。そして上記送信部 23 は、例えば前記エネルギー源 21 がアンテナ 22 を介して放射する電磁エネルギーを、その送信データに応じて変調する等して該送信データを送信する。ちなみに電磁エネルギーの変調には、例えば A S K (Amplitude Shift Keying) 変調方式や F S K (Frequency Shift Keying) 変調方式が用いられる。

【0019】

また前記受信部 24 は、前記球状半導体 10 が後述するようにコイル 11 の Q 値（インピーダンス）を変化させることで前記誘導電磁界を変化させ、これによってデータ収集器 20 に対して送信してくる情報を、上記誘導電磁界の微小な変化から検出してその情報を収集する役割を担う。そしてこの受信部 24 において収集された前記球状半導体 10 からの情報、即ち、前記感温素子部 13 によって検出された半導体ウェハ（測定対象物）の温度情報と、球状半導体 10 を選択的に指定した ID 番号は、データ収集管理部 25 に送られ、所定の処理が施されて上記半導体ウェハ（測定対象物）の温度や温度分布が求められる。

【0020】

一方、前記球状半導体 10 は、例えば直径 1 mm 程度の球状（ボール状）の半導体素子を主体とし、その表面に電子回路を集積形成すると共に、コイル 11 を

形成した構造を有する。この電子回路は、C-MOS等のIC製造プロセスを用いて半導体素子上に集積形成されるものであり、また前記コイル11は、電子回路を形成した半導体素子の表面を酸化膜等の絶縁体で覆った後、その上に蒸着やフォトリソグラフィ等の技術を用いて形成される。ちなみにこのコイル11は、例えば数ターンに亘る導体の巻回パターンとして実現される。

【0021】

また前記電子回路は、前記データ収集器20から給電されて上記コイル11を介して受電される電磁エネルギー（交番電力）から該電子回路の作動に必要な内部電源Vccを生成する電源部12と、球状半導体10が実装される前記半導体ウェハ（測定対象物）1の表面温度に応じた出力を得る感温素子部13、更にはこの感温素子部13の出力が示す温度情報を検出するセンシング回路14、およびこのセンシング回路14の出力を前記コイル11を介して送信する送信部15からなる。

【0022】

更にこの球状半導体10においては、前記電子回路の一部として該球状半導体10に固有な識別情報（ID番号）が登録される不揮発性のメモリ16が設けられる。またこの球状半導体10には、更に前記電子回路の一部として、前述した電磁エネルギーの変調成分を復調し、これによってデータ収集器20から送信されてくる命令コマンド等の情報を受信する復調器17が設けられる。更には前記センシング回路14によって検出される温度情報等を記憶する為のメモリを設けるようにしても良い。

【0023】

ちなみに上記電源部12は、例えば図1に示すようにコイル11を介して受電された電磁エネルギー（交番電力）を全波整流するダイオードブリッジDBと、このダイオードブリッジDBの出力電圧を規定（制限）するリミッタLMと、上記ダイオードブリッジDBの出力電圧を受けて、安定化された所定の内部電圧Vccを生成するレギュレータREGとからなる。尚、上記リミッタLMとしては、ツェナーダイオードやシャントレギュレータのような機能を有するものであれば良い。また交番電力を全波整流するダイオードブリッジDBに代えて、半波整流回

路を用いることも勿論可能である。

【0024】

また前記感温素子部13およびセンシング回路14は、例えば図2に示すように構成される。即ち、感温素子部13は、抵抗RとコンデンサCとを感温素子とし、3段に直列に接続されたインバータINV1, INV2, INV3の出力を上記抵抗Rを介して負帰還すると共に、コンデンサCを介して正帰還するように構成されたリングオシレータからなる。そして温度に応じて変化する抵抗Rの抵抗値およびコンデンサCの容量値とを利用して上記帰還量を変化させ、これによってその発振周波数（発振周期）を変化させることで感温回路として機能するものとなっている。

【0025】

一方、上記感温素子部13の出力を検出する前記センシング回路14は、前記コイル11を介して受電される交番電力からその周波数成分を検出して所定周波数の基準クロックを生成するクロック発生器CGと、上記基準クロックを計数して所定の周期毎にラッチ信号を出力する第1のカウンタCTR1と、前記感温素子部（リングオシレータ）13の出力を計数する第2のカウンタCTR2、そして前記第1のカウンタCTR1からのラッチ信号を受けて上記第2のカウンタCTR2による計数値をラッチするラッチ回路LTとからなる。そしてこのラッチ回路LTにラッチした計数値を、前記感温素子部（リングオシレータ）13にて検出される半導体ウェハ1の表面温度を示す情報として出力するものとして実現される。

【0026】

尚、リングオシレータ13が出力する信号の発振周波数に比較して、前記クロック発生器CGが生成する基準クロックの周波数が十分に高いような場合、第2のカウンタCTR2が前記リングオシレータ13の出力を所定数計数した時点で該第2のカウンタCTR2からラッチ信号を発し、そのときの前記第1のカウンタCTR1の計数値をラッチ回路LTにラッチすることで、前記感温素子部（リングオシレータ）13にて検出される半導体ウェハ1の表面温度を示す情報を検出するようにしても良い。

【0027】

ちなみに前記クロック発生器CGは、例えばコイル11を介して受電される交番電力をダイオードDを介して半波整流してその周波数成分を検出し、その半波整流出力を波形成形する等して所定周波数の基準クロックを生成する。このようなクロック発生器CGに代えて、水晶発振器を用いることも可能であるが、その構成が複雑化する等の不具合がある。

【0028】

これに対して前記送信部15は、例えば前記コイル11に並列に接続される電界効果トランジスタ(FET)を備え、該FETの抵抗値を変化させることで前記コイル11のQ値(インピーダンス)を変化させて前記電磁エネルギー(誘導電磁界)を変調し、これによって前記センシング回路14の出力を送信するように構成される。具体的には前記送信部15は、上記計数値(温度情報)をマンチェスター符号化やバイフェーズ符号化等の手法を用いて符号化し、更にCRC(Cyclic Redundancy Check)コード等を付加して送信データを生成し、この送信データを前記コイル11を介して送信するように構成される。この際、前記不揮発性メモリ16に予め登録した該球状半導体10に固有な識別情報、例えばID番号を求め、上記温度情報と共に送信するように構成することも勿論可能である。

【0029】

しかして上述した如き電子回路とコイル11とを備えて構成される球状半導体10は、前述したように半導体ウェハ(測定対象物)1上に装着され、該半導体ウェハ(測定対象物)1の温度検出に用いられる。特にこの球状半導体10においては、図3に示すように半導体素子における前記感温素子部13を集積した回路部とは反対側の対称半球面上に前記コイル11を設けた構造を有している。即ち、球状半導体10における前記コイル11の実装部位と、前記感温素子部13の集積部位とが、球状の半導体素子において互いに反対側の半球面となるように設定されている。

【0030】

そしてこの球状半導体10の前記半導体ウェハ1上への装着は、例えば図1および図3にそれぞれ示すように半導体ウェハ1の温度測定部位に窪み2を形成し

、この窪み2の中に前記感温素子部13の集積部位が嵌め込まれる（埋め込まれる）ように方向付けして行われる。尚、半導体ウェハ1上への球状半導体10の装着は、例えばエポキシ系の接着剤を用いてその接触部位を接着したり、図3に破線で示すように接着剤4にて半導体ウェハ1上に載置された球状半導体10の全体を覆って、その固定を行うようにすれば良い。

【0031】

かくしてこのようにして球状半導体10を方向付けして半導体ウェハ1に装着すれば、感温素子部13が半導体ウェハ1に極めて近接して設けられることになるので、半導体ウェハ1の温度に直接感応してその出力を変化させることになる。しかも感温素子部13が半導体ウェハ1に埋め込まれることになるので、感温素子部13にとっては半導体ウェハ1の表面に流れる気流の影響を受け難くなる等の利点もある。

【0032】

これに対して球状半導体10のコイル11は、半導体ウェハ1の表面から突出して位置付けられることになり、その分、前記データ収集器20のアンテナ22に近接させて配置することが可能となり、該データ収集器20が形成する誘導電磁場に強く結合させることが可能となる。しかも半導体ウェハ1によって電磁エネルギーが遮られることないので、コイル11にて上記電磁エネルギーを確実に受け止めることが可能となる。従って球状半導体10を確実に作動させることができ、その動作信頼性を十分に高めることが可能となる。

【0033】

尚、半導体ウェハ1は、例えば直径4インチや8インチのものからなり、直径1mm程度の球状半導体10に対して広い面積を有する。従って1個の球状半導体10だけを用いた場合、上記半導体ウェハ1の温度をピンポイントにしか検出することができない。そこでこのような半導体ウェハ1のように大面積の測定対象物の温度を計測し、更にはその温度分布までも計測するような場合には、複数個の球状半導体10を用いて上記半導体ウェハ1における複数の部位の温度をそれぞれ計測するようにすれば良い。

【0034】

具体的には、図4に示すように半導体ウェハ1の中心位置、およびこの中心位置を中心とする円周を等分割する位置に複数の球状半導体10を放射状にそれぞれ装着する。好ましくは複数の球状半導体10を半導体ウェハ1上に略均一に分散して配置することが望ましい。尚、燃料電池における酸素極や水素極等の矩形状の測定対象物の温度分布を計測するような場合には、複数の球状半導体10を升目状に配列してその測定対象物にそれぞれ装着するようにすれば良い。

【0035】

そしてこのようにして半導体ウェハ1の表面に装着された複数の球状半導体10を用いて該半導体ウェハ1の温度を測定する場合には、例えば各球状半導体10に対して前記データ収集器20から一括して電磁エネルギーを供給し、各球状半導体10をそれぞれ作動させて前記半導体ウェハ1の各部位における温度をそれぞれ計測するようにすれば良い。

【0036】

より具体的には、半導体製造装置において半導体ウェハに加えられる温度を計測するような場合には、前述した如く複数の球状半導体10を装着した半導体ウェハ（温度測定用半導体ウェハ）1を準備し、図5に示すように半導体製造装置のキャビティ41内にセットする。尚、図5において42は半導体ウェハが載置される回転テーブル（試料台）であり、43は該回転テーブル（試料台）42に組み込まれた加熱源（ヒータ）を示している。

【0037】

そして上記各球状半導体10に電磁エネルギーを供給するデータ収集器20については、図5に示すようにそのアンテナ22を前記回転テーブル（試料台）42の上方に設け、前記半導体ウェハ1の上面に対峙させるようにすれば良い。この際、上記アンテナ22については、半導体ウェハ1に装着された複数の球状半導体10に対して一括して電磁エネルギーを供給するべく、換言すれば複数の球状半導体10が分散して配置されている領域の全てに誘導電磁界を形成するべく、前記半導体ウェハ1の径よりも大なる実効径を有するものとして実現すれば良い。

【0038】

かくして上述した如く複数の球状半導体10を装着した半導体ウェハ1を半導

体製造装置のチャンバ41内にセットして該半導体ウェハ1の温度を計測すれば、加熱源（ヒータ）43による加熱時における半導体ウェハ1の温度変化やその温度分布を簡易に計測することが可能となる。従って実際に該半導体製造装置を使用して集積回路等の半導体装置を製造する場合の製造環境等を高精度に、しかも簡易に求めることができる等の効果が奏せられる。また半導体ウェハ1における各部位の温度を同時に計測し、これらの温度情報を前記データ収集器20に収集して分析することができるので、この分析情報を利用して半導体製造装置の運転条件を制御することが可能となる等の効果も奏せられる。

【0039】

ところで上述したように複数の球状半導体10を半導体ウェハ1上に装着した場合、個々の球状半導体10における感温素子部13やセンシング回路14の出力を補正することが望ましい。即ち、前述したように感温素子部13をリングオシレータ等で構築した場合、その製造条件や個体差に起因してその感温特性にばらつきが発生することがある。また球状半導体10の装着部位やその装着方法によって出力特性（計測特性）にずれが生じる可能性がある。このような問題は上述したリングオシレータに限らず、一般のICプロセスで構成された温度センサや、その他の感温素子においても同様に発生する。

【0040】

このような問題を解消するには、例えば球状半導体10を装着した半導体ウェハ1を、例えば恒温槽のような所定の温度環境下（例えば25℃）におき、その温度が安定した時点で電磁エネルギーを供給して各球状半導体10をそれぞれ作動させ、そのときの感温素子部13の出力を前記メモリ16に記憶する。この際、上記恒温槽に高精度の温度センサを設けておき、この温度センサにて計測される温度の情報を前記データ収集器20から各球状半導体10に送信して、前記メモリ16に同時に書き込むようにしても良い。

【0041】

その後、半導体製造装置などで実際に温度を測定する場合には、感温素子部13により計測された温度情報を、前述した如くメモリ25に記憶した25℃での感温素子部13の出力値を用いて補正して現在の正しい温度値を割り出し、この

温度情報を前記データ収集器20に対して送信するようにすれば良い。或いはデータ収集器20に対して前記感温素子部13において計測された現在の温度情報と、メモリ16に記憶されている25℃での温度情報とを共に送信し、データ収集器20におけるデータ収集管理部25においてその補正を行うことも可能である。

【0042】

このようにして各球状半導体10により計測される温度情報を該球状半導体10を測定対象物(半導体ウェハ)1に装着した後に補正するようにすれば、各球状半導体10における計測特性のバラツキを抑え、しかも測定対象物(半導体ウェハ)1への装着に起因する各球状半導体10の出力特性のずれ(変動)を抑えて正確な温度計測を行うことが可能となり、その計測精度の向上を図ることが可能となる。しかも半導体ウェハ1上に装着された複数の球状半導体10を一括して補正することが可能となる。この際、前記メモリ16に、予め定められた複数の温度点における感温素子部13の出力値をそれぞれ書き込んでおけば、感温素子部13の出力と温度との関係をより正確に把握することが可能となるので、その補正を更に精度良く行い、高精度な温度計測を行うことが可能となる。

【0043】

尚、上述した如く半導体ウェハ1に装着された複数の球状半導体10に対して一斉に電磁エネルギーを供給して同時に温度計測を実行させた場合、これらの各教場半導体10にてそれぞれ計測された温度情報を次のようにしてデータ収集器20に収集することが望ましい。即ち、前記メモリ16に前述した如く登録した個々の球状半導体10に固有なID番号を利用し、データ収集器20から前記電磁エネルギーに重畳させて球状半導体10を指定するID番号を送信する。そして各球状半導体10においては、受信したID番号とメモリ16に登録されているID番号とを照合し、そのID番号が一致している場合にのみ計測温度情報を送信するようにすれば良い。

【0044】

このようにしてID番号を用いて球状半導体10を選択的に指定し、複数の球状半導体10からそれぞれ収集する計測温度データを順次選択的に収集するよう

に制御すれば、データ収集器20においては指定した球状半導体10からのみ計測温度データを収集できるので、複数の球状半導体10が一斉に計測温度データを送信して混信が生じる等の不具合を未然に防ぐことが可能となる。またデータ収集器20においては、ID番号に従ってどの球状半導体10から取得した温度計測データであるかを識別することが可能となる。従って予め半導体ウェハ1の各部位にそれぞれ配置された複数の球状半導体10と、これらの球状半導体10に付与したID番号との対応関係を求めておくことで、半導体ウェハ1の温度分布を精度良く求めることが可能となる。

【0045】

尚、上述した各球状半導体10におけるメモリ16へのID番号の書き込みは、各球状半導体10の製造時やその出荷時に行えば良い。またこれらの球状半導体10のID番号の管理については、例えば半導体ウェハ（測定対象物）1の予め指定された場所（部位）に球状半導体10を装着する際、その位置（部位）と該球状半導体10に付与したID番号とを対応付けて前記データ収集管理部25における管理テーブル（図示せず）等に登録するようにすれば良い。このようにして各球状半導体10のID番号と、半導体ウェハ（測定対象物）1における装着位置とを予め設定しておければ、ID番号の指定によって温度データを収集する球状半導体10を指定することができるので、温度計測時にその都度、ID番号を収集する手間を省くことが可能となる。

【0046】

尚、本発明は上述した実施形態に限定されるものでない。例えば温度計測の精度を高めるには、電磁エネルギーの周波数を高くすることでセンシング回路14において用いられる基準クロックの周波数を高くしたり、またカウンタCTR1にて計測する時間長を長くするようにし、またリングオシレータ13の発振周波数の温度に対する変化幅を大きく設定するようにすれば良い。またここではコイル11のQ値（インピーダンス）を変化させて球状半導体10からデータ収集器20へと情報の通信を行うものとしたが、実際に電波を発して情報通信するように構成することも可能である。

【0047】

またデータ収集器20においては、電磁エネルギーの送信用のアンテナ22と球状半導体10からの情報を受信するアンテナとを別々に備えても良い。このようにすれば、データ収集器20においては、或る球状半導体10から計測温度データを受信している最中においても、送信用のアンテナ22から電磁エネルギーを送信することができるので、球状半導体10においてはデータの送信中であってもその内部電源Vccを安定に、且つ確実に生成することが可能となり、安定したデータ送信を行うことが可能となる。

【0048】

更には半導体ウェハ1上に装着する球状半導体10の数を増やすことで、より正確な温度分布を把握できることは言うまでもない。また球状半導体10をシリコン用いて実現し、この球状半導体10を装着して温度測定に供する半導体ウェハ1がシリコンである場合には、感温素子としての球状半導体10の装着に伴う半導体ウェハ1の汚染も効果的に回避することができるという大きな利点が奏せられる。その他、本発明はその要旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施することができる。

【0049】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、データ収集器から給電される電磁エネルギーをコイルを介して取り込んで作動する電子回路を集積した複数の球状半導体を、半導体ウェハ等の測定対象物に装着し、その温度を計測して上記データ収集器に送信するように構成されるので、球状半導体から信号線等を引き回すことなしに、換言すれば球状半導体と非接触に該球状半導体によって計測される温度情報を収集することができる。しかもその感温素子部を測定対象物（半導体ウェハ）の表面に接触させて、或いは埋め込んでその温度を測定することができるので、外乱やノイズ等の影響を受けずに高精度な温度検出を行うことが可能となる。

【0050】

また本発明によれば複数の球状半導体を一斉に作動させ、また各球状半導体から順次にデータ収集して測定対象物（半導体ウェハ）の温度、更にはその温度分布を求めることができるので、簡易にして効率的に温度計測を行うことが可能と

なる等の効果が奏せられる。

更には各実施態様によれば、温度測定精度の向上を図ることができ、しかもその動作信頼性を効果的に保証することができる等の実用上多大なる効果が奏せられる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の一実施形態に係る非接触温度測定装置の概略的な構成を示す図。

【図 2】

図 1 に示す非接触温度測定装置における感温素子部とセンシング回路の構成例を示す図。

【図 3】

球状半導体における感温素子部の集積部位とコイルの装着位置との関係、および球状半導体の半導体ウェハ表面への装着構造を示す図。

【図 4】

複数の球状半導体の半導体ウェハへの配置例を示す図。

【図 5】

この発明に係る非接触温度測定装置の半導体製造装置への組み込み例を示す図。

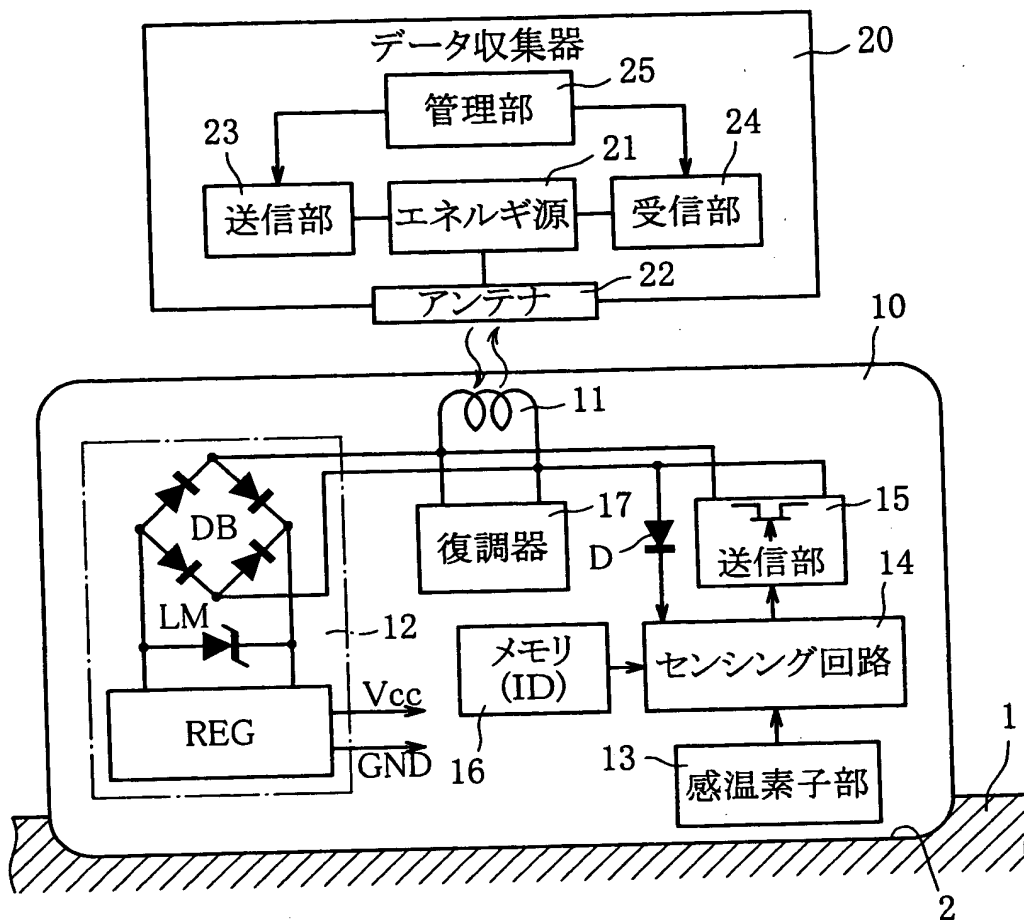
【符号の説明】

- 1 半導体ウェハ（測定対象物）
- 2 窪み
- 4 エポキシ系の接着剤
- 10 球状半導体
- 11 コイル
- 12 電源部
- 13 感温素子部
- 14 センシング回路
- 15 送信部
- 16 メモリ

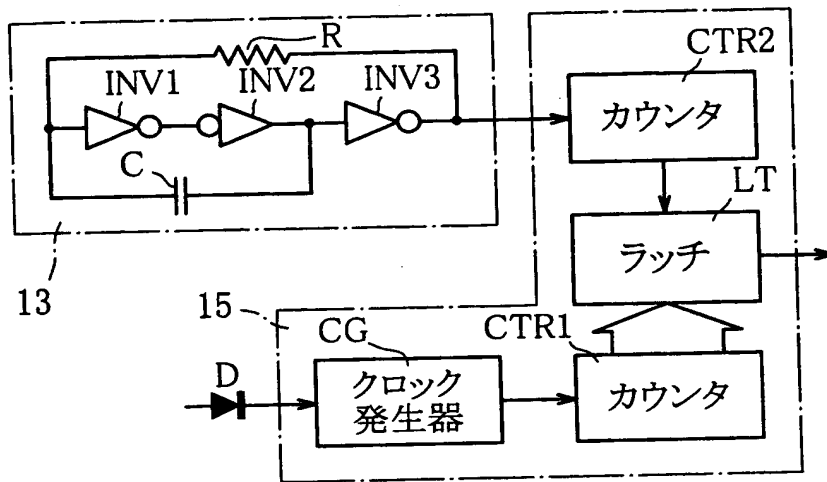
- 17 復調器
- 20 データ収集器
- 21 エネルギー源
- 22 アンテナ
- 23 送信部
- 24 受信部
- 25 データ収集管理部
- 41 半導体製造装置のチャンバ
- 42 半導体製造装置の回転テーブル（試料台）

【書類名】 図面

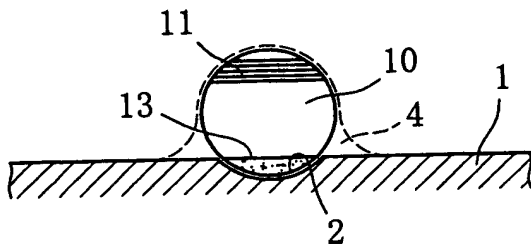
【図 1】



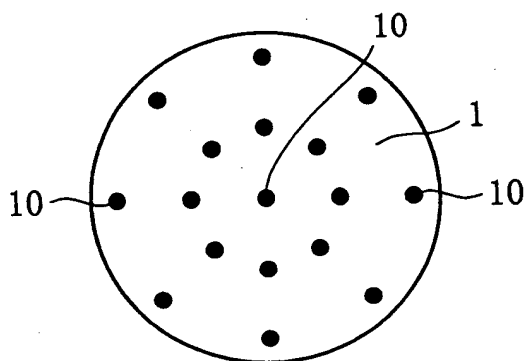
【図2】



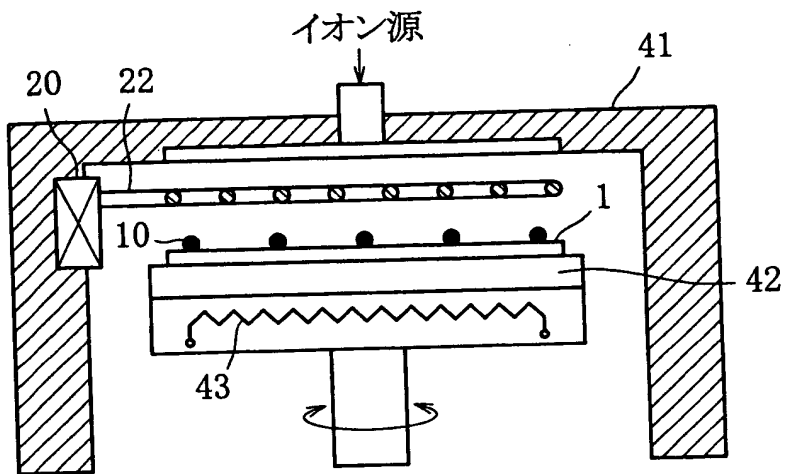
【図3】



【図4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 半導体ウェハ等の測定対象物の温度やその温度分布を簡易に、しかも高精度に計測することのできる簡易な構成の非接触温度測定装置を提供する。

【解決手段】 電子回路を集積形成し、且つ表面にコイルを実装した複数の球状半導体を測定対象物に装着する。特に電子回路としてコイルを介して受電される電磁エネルギーから内部電源を生成する電源部、測定対象物の温度に感応する感温素子部、感温素子部の出力を検出するセンシング回路、センシング回路の出力をコイルを介して送信する送信部、球状半導体に固有なID番号を記憶するメモリを設ける。そしてデータ収集器には球状半導体のコイルに電磁エネルギーを給電するエネルギー源と、ID番号を用いて球状半導体を指定する送信部と、コイルから送信された情報を検出する受信部とを設ける。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000006666]

1. 変更年月日

1998年 7月 1日

[変更理由]

名称変更

住 所

東京都渋谷区渋谷2丁目12番19号

氏 名

株式会社山武